

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин



02 2015 г.

Комплексы радиоизмерительные портативные 3550R

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 2228-2015

Начальник лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»


С.Э. Баринов

Начальник сектора лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»


Р.А. Осин

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»


Д.Р. Васильев

г. Москва
2015

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы радиоизмерительные портативные 3550R производства компании “Aeroflex Inc”, США (далее – приборы), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

№	наименование операции	номер пункта методики	проведение операции при поверке	
			первой	периодической
1	2	3	4	5
1	внешний осмотр	7.1	да	да
2	опробование	7.2		
2.1	внутренняя диагностика при включении	7.2.1	да	да
2.2	идентификация программного обеспечения	7.2.2	да	да
3	определение метрологических характеристик генератора ВЧ	7.3		
3.1	определение погрешности установки частоты	7.3.1	да	да
3.2	определение погрешности установки уровня	7.3.2	да	да
3.3	определение уровня гармоник	7.3.3	да	да
3.4	определение уровня негармонических составляющих	7.3.4	да	да
3.5	определение погрешности установки девиации ЧМ	7.3.5	да	нет
3.6	определение погрешности установки коэффициента АМ	7.3.6	да	нет
4	определение метрологических характеристик измерительного приемника-демодулятора	7.4		
4.1	определение погрешности измерения мощности в широкополосном режиме	7.4.1	да	да
4.2	определение погрешности измерения мощности в узкополосном режиме	7.4.2	да	да
4.3	определение погрешности измерения девиации ЧМ	7.4.3	да	да
4.4	определение погрешности измерения коэффициента АМ	7.4.4	да	да
5	определение метрологических характеристик генератора НЧ	7.5		
5.1	определение погрешности установки частоты	7.5.1	да	да
5.2	определение погрешности установки напряжения	7.5.2	да	да

1	2	3	4	5
6	определение метрологических характеристик измерителей НЧ	7.6		
6.1	определение погрешности измерения коэффициента гармоник и SINAD	7.6.1	да	да
6.2	определение погрешности измерения частоты	7.6.2	да	да
6.3	определение погрешности измерения напряжения	7.6.3	да	да
7	определение метрологических характеристик осциллографа (опция 02)	7.7		
7.1	определение погрешности коэффициента отклонения	7.7.1	да	да
7.2	проверка полосы пропускания	7.7.2	да	да
8	определение метрологических характеристик анализатора спектра ВЧ (опция 01)	7.8		
8.1	определение погрешности измерения частоты	7.8.1	да	да
8.2	определение погрешности измерения уровня мощности	7.8.2	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Рекомендуемые средства поверки

№	наименование, тип	номер пункта методики	основные метрологические характеристики
			4
1	стандарт частоты рубидиевый FS725	7.3.1 7.5.1	годовой дрейф частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала + 7 дБм
2	преобразователь измерительный Rohde & Schwarz NRP-Z21	7.3.2 7.4.1 7.4.2	погрешность измерения мощности от – 67 до + 23 дБм частотой от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ
3	анализатор спектра Aeroflex 2394	7.3.2 7.3.3 7.3.6 7.4.3 7.4.4	диапазон частот от 10 МГц до 12 ГГц; разрешение отсчета частоты 1 Гц; уровень гармонических искажений не более – 70 дБн; динамический диапазон от – 110 до + 10 дБм
4	генератор сигналов измерительный Aeroflex 2023А	7.4.1 – 7.4.4 7.8.1 – 7.8.4	диапазон частот от 9 кГц до 1,2 ГГц; динамический диапазон от – 100 до + 25 дБм; частотная и амплитудная модуляция; внешняя синхронизация частотой 10 МГц
5	частотомер универсальный Tektronix FCA3000	7.3.1 7.5.1	диапазон частот от 0 до 300 МГц; внешняя синхронизация сигналом частотой 10 МГц

1	2	3	4
6	калибратор универсальный Fluke 9100 с опциями 100 и 250	7.6.2 7.6.3 7.7.1 7.7.2	погрешность установки частоты не более $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$ погрешность воспроизведения переменного напряжения от 10,001 мВ до 3,2 В частотой от 10 Гц до 10 кГц не более $\pm 1 \%$ опция 250: погрешность воспроизведения напряжения прямоугольной формы частотой 1 кГц с амплитудой от 40 мВ до 4 В не более $\pm 0,25 \%$, напряжения синусоидальной формы частотой до 49,999 кГц с амплитудой 3 В не более $\pm 0,25 \%$
7	мультиметр цифровой Keithley 2000	7.5.2 7.6.1	погрешность измерения переменного напряжения от 0,1 до 1,5 В частотой от 1 до 5 кГц не более $\pm 0,35 \%$
ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ			
8	делитель мощности Agilent 11667A	7.4.1 – 7.4.4 7.8.2	несимметричность выходных плеч на частотах от 10 МГц до 3 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ
9	кабели и адаптеры	7.3 – 7.9	типы TNC, BNC, N, “banana”

2.2. Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3. Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поз. 1 – 7 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого прибора и оборудования к сети должно производиться с помощью адаптера прибора и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление поверяемого прибора должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается производить подсоединение или отсоединение кабелей в то время, когда они подключены к источнику напряжения;
- запрещается работать с поверяемым прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 20 ± 5 °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом поверки следует изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2 Используемые средства поверки и поверяемый прибор должны быть подключены к сети (220 ± 10) В; $(50 \pm 0,5)$ Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ: Результаты по операциям считаются положительными, если измеренные значения находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблицах настоящего раздела.

7.1 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1.1 При проведении внешнего осмотра прибора проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

7.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его бракуют.

7.2 ОПРОБОВАНИЕ

7.2.1 Внутренняя диагностика

7.2.1.1 Отсоединить все кабели от лицевой панели прибора.

7.2.1.2 Нажать клавишу POWER, при этом должен загореться индикатор SYS.

Дождаться завершения загрузки и процедуры внутренней диагностики (это займет несколько минут).

Убедиться в том, что на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках.

7.2.1.3 Клавишей ► выбрать SYSTEM, Options.

Проверить список опций на наличие опций 01 и 02 (для определения необходимости выполнения операций разделов 7 и 8 таблицы 1).

7.2.2 Идентификация программного обеспечения

7.2.2.1 Выбрать SYSTEM, System Update.

7.2.2.2 Внизу справа должны отобразиться серийный номер прибора и номер версии установленного программного обеспечения. Номер версии должен быть не ниже 1.1.7.

Закрыть меню клавишей ▲.

Записать результаты опробования в таблицу 7.2.

Таблица 7.2. Результаты опробования

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
внутренняя диагностика		сообщения об ошибках отсутствуют
идентификация ПО		номер версии не ниже 1.1.7

7.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ВЧ

7.3.1 Определение погрешности установки частоты

7.3.1.1 Соединить разъем “SWR” прибора с входом частотомера, используя адаптер TNC-BNC и кабель BNC.

Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом “Ref In 10 MHz” частотомера.

7.3.1.2 Выбрать на приборе режим **Generators**, Generator, порт “SWR”, Enable On. Установить на частоту сигнала 10 МГц, уровень – 5 дБм.

7.3.1.3 Установить на автоматический выбор режима измерений.

Зафиксировать отсчет частоты и записать его в таблицу 7.3.1.

7.3.1.4 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.2, 7.3.1.3, установив на приборе частоту 250 МГц.

Таблица 7.3.1. Погрешность установки частоты генератора ВЧ

частота генератора, МГц	нижнее допускаемое значение, МГц	измеренное значение частоты, МГц	верхнее допускаемое значение, МГц
10	100 МГц – ΔF		100 МГц + ΔF
250	250 МГц – ΔF		250 МГц + ΔF

$\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Гц}]$, F – частота генератора [Гц], $\delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}$, $\delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, N – количество лет после заводской подстройки (минимальное значение N = 1)

7.3.2 Определение погрешности установки уровня

7.3.2.1 Присоединить к выходу “ANT” прибора преобразователь мощности, используя адаптер TNC-N.

7.3.2.2 Выбрать на приборе **Generators**, Generator, порт “ANT”, Enable On.

Вводить на порте “ANT” значения частоты и уровня, указанные в таблице 7.3.2.

Записывать отсчеты преобразователя мощности в столбец 4 таблицы 7.3.2.

Таблица 7.3.2. Погрешность установки уровня генератора ВЧ

установленный уровень, дБм	частота, МГц	нижнее допускаемое значение, дБм	показание ваттметра, дБм	верхнее допускаемое значение, дБм
1	2	3	4	5
– 30		– 32		– 28
– 40		– 42		– 38
– 50		– 52		– 48
– 60		– 62		– 58
– 30		– 32		– 28
– 40		– 42		– 38
– 50		– 52		– 48
– 60		– 62		– 58

7.3.3 Определение уровня гармоник

7.3.3.1 Соединить выход “ANT” прибора с входом анализатора спектра, используя адAPTERы TNC-BNC, N-BNC и кабель BNC.

7.3.3.2 Установить на генераторе прибора уровень сигнала – 30 дБм и частоту 25 МГц.

7.3.3.4 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 25 МГц, опорный уровень – 25 дБм, полосу обзора 50 кГц, полосу пропускания 10 кГц.

Зафиксировать отсчет частоты F1 на анализаторе спектра.

Найти пик сигнала и включить режим дельта-маркера.

7.3.3.5 Устанавливать на анализаторе центральную частоту, равную 2F1, 3F1 и 4F1, где F1 – значение частоты, зафиксированной в предыдущем пункте.

Записывать отсчет дельта-маркера в соответствующую ячейку таблицы 7.3.3.

Таблица 7.3.3. Уровень гармоник генератора ВЧ

частота генератора, МГц	отсчет дельта-маркера, дБ			верхнее допускаемое значение, дБн
	2-я гармоника	3-я гармоника	4-я гармоника	
25				
1000				– 30

7.3.3.6 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.2 – 7.3.3.5 для частоты 1000 МГц.

7.3.4. Определение уровня негармонических составляющих

7.3.4.1 Установить на генераторе прибора уровень сигнала – 30 дБм и частоту 50 МГц.

7.3.4.2 Установить на анализаторе спектра опорный уровень – 25 дБм и автоматический выбор полосы пропускания.

Находить при помощи маркера уровень паразитного негармонического сигнала при различных значениях полосы обзора от 50 МГц до 1000 МГц.

Записать максимальный уровень паразитного сигнала в таблицу 7.3.4.

Таблица 7.3.4. Уровень негармонических составляющих сигнала генератора ВЧ

частота генератора, МГц	отсчет маркера, дБ	верхнее допускаемое значение, дБн
50		
1000		– 40

7.3.4.3 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.1, 7.3.4.2 для частоты 1000 МГц.

7.3.5 Определение погрешности установки девиации ЧМ

7.3.5.1 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень – 25 дБм, полосу обзора 2,5 кГц, полосу пропускания 100 Гц, полосу видеодетектора 3 Гц.

7.3.5.2 Установить на генераторе ВЧ прибора уровень сигнала – 30 дБм, частоту 10 МГц.

Выбрать на приборе режим **Generators**, Modulation FM; Gen 1 Enable On, Frequency 998 Hz, Level 2,4 kHz.

Убедиться в наличии на экране анализатора спектра спектральных составляющих сигнала.

7.3.5.3 Перестраивая девиацию ЧМ (Level) на приборе, найти такое значение девиации частоты (отсчет на приборе), при котором на анализаторе спектра наблюдается первый ноль функции Бесселя, то есть минимальный уровень сигнала на центральной частоте (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать полученное значение девиации ЧМ в столбец 3 таблицы 7.3.5.

Таблица 7.3.5. Погрешность установки девиации ЧМ генератора ВЧ

номинальное значение девиации ЧМ, кГц	нижнее допускаемое значение, кГц	отсчет девиации ЧМ, кГц	верхнее допускаемое значение, кГц
1	2	3	4
2.40	2.16		2.64

7.3.6 Определение погрешности установки коэффициента АМ

7.3.6.1 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень – 25 дБм, полосу обзора 2,5 кГц, полосу пропускания 30 Гц, полосу видеодетектора 1 Гц.

7.3.6.2 Установить на генераторе ВЧ прибора уровень сигнала – 30 дБм, частоту 10 МГц. Выбрать на приборе режим **Generators**, Modulation AM; Gen 1 Enable On, Frequency 1 kHz, Level 90 %.

7.3.6.3 Убедиться в наличии на экране анализатора спектра 3-х спектральных составляющих сигнала (на центральной частоте и на двух боковых частотах).

Перевести анализатор спектра в режим отсчета уровня сигнала в вольтах.

Подстроить опорный уровень таким образом, чтобы пик сигнала на центральной частоте располагался примерно на одно деление ниже верхней линии экранной сетки.

7.3.6.4 Найти на анализаторе спектра в однократном режиме пик сигнала на центральной частоте U_0 и зафиксировать это значение. Найти пики сигналов левой и правой спектральных составляющих U_L , U_R и зафиксировать эти значения.

Рассчитать измеренное значение коэффициента АМ по формуле

$$KAM = [(U_L + U_R) / U_0] \cdot 100 \%$$

Записать полученный результат в столбец 3 таблицы 7.6.

7.3.6.5 Перевести анализатор спектра в непрерывный режим.

7.3.6.6. Выполнить действия по пунктам 7.3.6.2 – 7.3.6.4 для коэффициента АМ 30 %.

ВНИМАНИЕ: После выполнения операций 7.3.1 – 7.3.4 следует отключить генератор ВЧ, для чего выбрать: **Generators**, Generator, Enable Off.

Таблица 7.3.6. Погрешность установки коэффициента АМ генератора ВЧ

установленное значение КАМ, %	нижнее допускаемое значение, %	измеренное значение КАМ, %	верхнее допускаемое значение, %
1	2	3	4
90	81		99
30	27		33

7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИЕМНИКА-ДЕМОДУЛЯТОРА

7.4.1 Определение погрешности измерения мощности в широкополосном режиме

7.4.1.1 Установить на приборе режим широкополосного измерителя мощности, для чего выбрать **Meters, RF Power**.

7.4.1.2 Присоединить (без использования кабеля) вход делителя мощности к выходу генератора ВЧ.

Соединить при помощи двух одинаковых (равной длины и одного типа) кабелей типа N одно из выходных плеч делителя мощности с входом “T/R” прибора через адаптер N-TNC, а другое плечо с выходом эталонного преобразователя мощности.

7.4.1.3 Установить на генераторе ВЧ уровень сигнала + 26 дБм и частоту 10 МГц.

Подстроить уровень генератора ВЧ таким образом, чтобы показание преобразователя мощности было равно $(20 \pm 0,1)$ дБм.

7.4.1.4 Записать измеренное прибором значение мощности в столбец 3 таблицы 7.4.1.

Таблица 7.4.1. Погрешность измерения мощности в широкополосном режиме

частота, МГц	нижний предел допускаемых значений, дБм	измеренное значение мощности, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4
10			
100			
500			
999			

7.4.1.5 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.3 – 7.4.1.4, устанавливая последовательно на генераторе ВЧ значения частоты, указанные в таблице 7.4.1.

7.4.2 Определение погрешности измерения мощности в узкополосном режиме

7.4.2.1 Установить на приборе режим узкополосного измерителя мощности, для чего выбрать **Meters, RSSI**.

7.4.2.2 Выполнить соединения, как указано в пункте 7.4.1.2.

Таблица 7.4.2. Погрешность измерения мощности в узкополосном режиме

частота, МГц	отсчет преобразователя мощности, дБм	нижний предел допускаемых значений, дБм	измеренное значение мощности, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4	5
10	– 20	– 23		– 17
	– 30	– 33		– 27
	– 40	– 43		– 37
	– 50	– 53		– 47
1000	– 20	– 23		– 17
	– 30	– 33		– 27
	– 40	– 43		– 37
	– 50	– 53		– 47

7.4.2.3 Установить на генераторе ВЧ уровень сигнала – 14 дБм и частоту 10 МГц. Подстроить уровень генератора ВЧ таким образом, чтобы отсчет преобразователя мощности был равен – $(20 \pm 0,1)$ дБм.

7.4.2.4 Записать измеренное прибором значение мощности в столбец 4 таблицы 7.4.2.

7.4.2.5 Выполнить действия по пунктам 7.4.2.3 – 7.4.2.4, устанавливая последовательно на генераторе ВЧ значения уровня и частоты сигнала, указанные в таблице 7.4.2 таким образом, чтобы отсчеты преобразователя мощности были равны значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.4.2.

7.4.3 Определение погрешности измерения девиации ЧМ

7.4.3.1 Установить на приборе режим измерения ЧМ, для чего выбрать:

Receivers, Receiver, Port: T/R, Demod: FM, Frequency 10 МГц.
Meters, Modulation

7.4.3.2 Присоединить (без использования кабеля) вход делителя мощности к выходу генератора ВЧ. Соединить при помощи двух одинаковых (равной длины и одного типа) кабелей типа N одно из выходных плеч делителя мощности с входом “T/R” прибора через адаптер N-TNC, а другое плечо с входом анализатора спектра.

7.4.3.3 Установить на генераторе ВЧ режим внутренней ЧМ, уровень сигнала – 30 дБм, несущую частоту 10 МГц, частоту модуляции 998 Гц и девиацию ЧМ 2,4 кГц.

7.4.3.4 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень – 20 дБм, полосу обзора 2,5 кГц, полосу пропускания 100 Гц, полосу видеодетектора 3 Гц. Убедиться в наличии на анализаторе спектра спектральных составляющих сигнала.

7.4.3.5 Перестраивая девиацию ЧМ на генераторе ВЧ, найти такое значение девиации, при котором на анализаторе спектра наблюдается минимальный уровень сигнала на центральной частоте (вблизи уровня шумовой дорожки). Это будет соответствовать первому нулю функции Бесселя, который должен наблюдаться при девиации частоты 2,4 кГц.

7.3.4.6 Записать отсчет девиации частоты на приборе в столбец 3 таблицы 7.4.3.

Таблица 7.4.3. Погрешность измерения девиации ЧМ демодулятора ВЧ

установленное значение девиации, кГц	нижнее допускаемое значение, кГц	измеренное значение девиации, кГц	верхнее допускаемое значение, кГц
1	2	3	4
2.4	2.16		2.64

7.4.4 Определение погрешности измерения коэффициента АМ

7.4.4.1 Установить на приборе режим измерения АМ, для чего выбрать:

Receivers, Receiver, Port: T/R, Demod: AM, Frequency 10 МГц.
Meters, Modulation

7.4.4.2 Выполнить соединение приборов по пункту 7.4.3.2.

7.4.4.3 Установить на генераторе ВЧ режим внутренней АМ, уровень сигнала – 30 дБм, несущую частоту 10 МГц, частоту модуляции 1 кГц и коэффициент АМ 90 %.

7.4.4.4 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень – 25 дБм, полосу обзора 2,5 кГц, полосу пропускания 30 Гц, полосу видео 1 Гц.

7.4.4.5 Убедиться в наличии на экране 3-х спектральных составляющих сигнала (на центральной частоте и на двух боковых частотах).

Перевести анализатор спектра в режим отсчета уровня сигнала в вольтах.

Подстроить опорный уровень таким образом, чтобы пик сигнала на центральной частоте располагался примерно на одно деление ниже верхней линии экранной сетки.

7.4.4.6 Найти на анализаторе спектра пик сигнала на центральной частоте U_0 и зафиксировать это значение. При помощи экранных клавиш Next Peak Left и Next Peak Right найти пики сигналов левой и правой спектральных составляющих U_L , U_R и зафиксировать эти значения.

Вычислить значение установленного коэффициента АМ по формуле

$$K_0 = [(U_L + U_R) / U_0] \cdot 100 \%$$

7.4.4.7 Зафиксировать отсчет K_m коэффициента АМ на приборе и вычислить разностное значение ΔK (абсолютную погрешность измерения КАМ) как

$$\Delta K = K_m - K_0$$

Записать полученное значение абсолютной погрешности в столбец 2 таблицы 7.4.4.

7.4.4.8 Выполнить действия по пунктам 7.4.4.6, 7.4.4.7 для коэффициента АМ 30 %.

Таблица 7.4.4. Погрешность измерения коэффициента АМ демодулятора ВЧ

установленное значение КАМ, %	абсолютная погрешность измерения КАМ, %	пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, %
1	2	3
90		± 4.5
30		± 1.5

7.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРОВ НЧ

7.5.1 Определение погрешности установки частоты

7.5.1.1 Выбрать на приборе режим генератора НЧ:

Generators, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On.

7.5.1.2 Соединить кабелем BNC выход “AUDIO OUT” прибора с входом частотометра. Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом “Ref In 10 MHz” частотометра.

7.5.1.3 Установить на генераторе Gen 1 прибора уровень сигнала 200 мВ и частоту 1 кГц.

Записать показание частотометра в таблицу 7.5.1.

Таблица 7.5.1. Погрешность установки частоты генератора НЧ

установленная частота, Гц	нижнее допускаемое значение, Гц	измеренное значение частоты, Гц	верхнее допускаемое значение, Гц
1000	1000 Гц – ΔF		1000 Гц + ΔF

$$\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Гц}], F - \text{частота генератора [Гц]}, \delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}, \delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7},$$

N – количество лет после заводской подстройки (минимальное значение $N = 1$)

7.5.2 Определение погрешности установки напряжения

7.5.2.1 Соединить кабелем BNC выход “AUDIO OUT” прибора с входом мультиметра через проходную нагрузку (600 Ом $\pm 0,5\%$).

Установить на мультиметре режим измерения среднеквадратических значений переменного напряжения.

7.5.2.2 Выбрать на приборе режим первого генератора НЧ, для чего сделать установки: **Generators, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On.**

7.5.2.3 Устанавливать на генераторе Gen 1 прибора значения частоты и уровня сигнала, указанные в таблице 7.5.2.

Записывать показания мультиметра в таблицу 7.5.2.

7.2.5.4 Отключить генератор Gen 1: Gen 1 Enable Off.

Повторить действия по пунктам 7.5.2.1 – 7.5.2.3 для второго генератора НЧ Gen 2.

Таблица 7.5.2. Погрешность установки уровня генератора НЧ

частота, Гц	установленный уровень, В	нижний предел допускаемых значений, В	измеренное значение уровня, В	верхний предел допускаемых значений, В
1000	0.1	0.090		0.110
	1,5	1.35		1.65
5000	0.1	0.090		0.110
	1,5	1.35		1.65

7.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЕЙ НЧ

7.6.1 Определение погрешности измерения коэффициента гармоник и SINAD

7.6.1.1 Соединить выход прибора “AUDIO OUT” с входом “AUDIO IN”, и с входом мультиметра, используя тройник BNC, кабель BNC и адаптер BNC-banana.

Установить на мультиметре режим измерения переменного напряжения.

7.6.1.2 Выбрать на приборе режим первого генератора НЧ, для чего сделать установки: **Generators, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On, Gen 2 Enable Off.**

7.6.1.3 Установить на генераторе Gen 1 частоту 1 кГц, уровень 1 В.

Подстроить уровень так, чтобы отсчет мультиметра был равен 1.000 ± 0.002 В.

7.6.1.4 Выбрать на приборе режим второго генератора НЧ, для чего сделать установки: **Generators, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 2 Enable On, Gen 1 Enable Off.**

7.6.1.5 Установить на генераторе Gen 2 частоту 3 кГц, уровень 0,2 В. Подстроить уровень так, чтобы отсчет мультиметра был равен 0.200 ± 0.001 В.

7.6.1.4 Включить первый генератор: Gen 1 Enable On (оба генератора включены). Сделанные установки соответствуют значениям $K_g = 20\%$, $SINAD = 12$ дБ.

7.6.1.5 Выбрать на приборе **Meters, Distortion, Source: Audio In**

Записать отсчет в столбец 3 таблицы 7.6.1.

7.6.1.6 Выбрать на приборе **Meters**, SINAD, Source: Audio In
Записать отсчет в столбец 3 таблицы 7.6.1.

Таблица 7.6.1. Погрешность измерения коэффициента гармоник и SINAD

установленное значение	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
$Kg = 20 \%$	17.9 %		22.1 %
$SINAD = 12 \text{ dB}$	10.5 dB		13.5 dB

7.6.2 Определение погрешности измерения частоты

7.6.2.1 Выбрать на приборе режим низкочастотного частотомера:

Meters, AF Counter, Source: Audio In, Reading: Hz

7.6.2.2 Соединить выходные клеммы калибратора Fluke 9100 с входом “AUDIO IN” прибора, используя кабель BNC и адаптер BNC-banana.

7.6.2.3 Установить на выходе калибратора уровень 1 В.

7.6.2.4 Устанавливать на калибраторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.2, и записывать отсчеты частотомера в столбец 3 таблицы.

Таблица 7.6.2. Погрешность измерения напряжения вольтметром НЧ

частота, Гц	нижний предел допускаемых значений, Гц	измеренное значение частоты, Гц	верхний предел допускаемых значений, Гц
1	2	3	4
15	14.0		16.0
1000	999.0		1001.0
19998	19997.0		19999.0

7.6.3 Определение погрешности измерения напряжения

7.6.3.1 Выбрать на приборе режим низкочастотного вольтметра:

Meters, Audio Level, Source: Audio In, Source Units: mV (V)

7.6.3.2 Соединить выходные клеммы калибратора Fluke 9100 с входом “AUDIO IN” прибора, используя кабель BNC и адаптер BNC-banana.

7.6.3.3 Устанавливать на калибраторе значения частоты и напряжения, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.3, и записывать отсчеты напряжения на приборе в столбец 3 таблицы.

Таблица 7.6.3. Погрешность измерения напряжения вольтметром НЧ

частота, Гц	установленное значение напряжения	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200	11 мВ	10.45 мВ		11.55 мВ
	1 В	0.95 В		1.05 В
	2.8 В	2.66 В		2.94 В
1000	11 мВ	10.45 мВ		11.55 мВ
	1 В	0.95 В		1.05 В
	2.8 В	2.66 В		2.94 В
4990	11 мВ	10.45 мВ		11.55 мВ
	1 В	0.95 В		1.05 В
	2.8 В	2.66 В		2.94 В

7.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЦИЛЛОГРАФА (опция 02)

Выбрать на приборе режим осциллографа, для чего выполнить:

Instruments, Oscilloscope, Source: Audio In, Input Load: High-Z

7.7.1 Определение погрешности коэффициента отклонения

7.7.1.1 Соединить выход осциллографического модуля опции 250 калибратора Fluke 9100 с входом “AUDIO IN” прибора.

7.7.1.2 Установить на калибраторе режим напряжения прямоугольной формы частотой 1 кГц на нагрузку 1 МОм.

7.7.1.3 Установить на приборе коэффициент развертки 0,5 мс/дел, коэффициент отклонения 10 мВ/дел.

7.7.1.4 Установить на калибраторе масштабный коэффициент 10 мВ/дел и перевести курсор на строку “Deviation” (отсчет относительной погрешности в процентах).

Плавно подстроить уровень выхода на калибраторе таким образом, чтобы амплитуда импульсов на дисплее была точно рана четырем клеткам сетки.

Записать отсчет погрешности на калибраторе в столбец 3 таблицы 7.7.1.

7.7.1.5 Выполнить действия по пунктам 7.7.1.3, 7.7.1.4 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в таблице 7.7.1.

Таблица 7.7.1. Погрешность коэффициента отклонения

Ко	нижний предел допускаемых значений	отсчет погрешности на калибраторе	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
10 мВ/дел	– 10 %		+ 10 %
50 мВ/дел	– 10 %		+ 10 %
200 мВ/дел	– 10 %		+ 10 %
1 В/дел	– 10 %		+ 10 %

7.7.2 Проверка полосы пропускания

7.7.2.1 Соединить выход осциллографического модуля опции 250 калибратора Fluke 9100 с входом “AUDIO IN” прибора.

7.7.2.2 Установить на калибраторе режим напряжения синусоидальной формы частотой 1 кГц на нагрузку 1 МОм, амплитуду напряжения 3 В.

7.7.2.3 Установить на приборе коэффициент развертки 0,5 мс/дел, коэффициент отклонения 1 В/дел.

7.7.2.4 Подстроить, при необходимости, уровень напряжения на калибраторе так, чтобы наблюдавшаяся амплитуда сигнала на дисплее прибора была точно рана 6-ти клеткам сетки.

7.7.2.5 Не меняя уровень на калибраторе, установить частоту 5 кГц.

Записать отсчет амплитуды в делениях вертикальной шкалы в таблицу 7.7.2.

Таблица 7.7.2. Полоса пропускания

наблюдаемое значение амплитуды, дел	нижний предел допускаемого значения, дел
	4.2

7.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА ВЧ (опция 01)

Выбрать на приборе режим анализатора спектра для чего выполнить:

Instruments, Ch Analyzer, Port: T/R, Enable On

7.8.1 Определение погрешности измерения частоты

7.8.1.1 Соединить разъем “T/R” прибора с выходом генератора ВЧ, используя адаптер TNC-N и кабель типа N.

Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом синхронизации “10 MHz” генератора ВЧ.

7.8.1.2 Установить на генераторе ВЧ частоту 1000 МГц и уровень – 30 дБм.

7.8.1.3 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 1000 МГц, опорный уровень (Vertical TOS) – 20 дБм, полосу обзора 10 кГц.

7.8.1.4 Клавишей ▼ справа войти в окно маркеров, и добавить маркер.

Записать измеренное маркером частотометра значение частоты в таблицу 7.8.1.

Таблица 7.8.1. Погрешность измерения частоты анализатором спектра

частота генератора, МГц	нижнее допускаемое значение, МГц	измеренное значение частоты, МГц	верхнее допускаемое значение, МГц
1000	1000 МГц – ΔF		1000 МГц + ΔF

$\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Гц}]$, F – частота генератора [Гц], $\delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}$, $\delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, N – количество лет после заводской подстройки (минимальное значение N = 1)

7.8.2 Определение погрешности измерения уровня мощности

7.8.2.1 Присоединить (без использования кабеля) вход делителя мощности к выходу генератора ВЧ.

Соединить при помощи двух одинаковых (равной длины и одного типа) кабелей типа N одно из выходных плеч делителя мощности с входом “T/R” прибора через адаптер N-TNC, а другое плечо с выходом эталонного преобразователя мощности.

7.8.2.3 Установить на генераторе ВЧ уровень сигнала – 14 дБм и частоту 10 МГц.

Подстроить уровень генератора ВЧ таким образом, чтобы отсчет преобразователя мощности был равен – (20 ± 0,1) дБм.

7.8.2.4 Записать измеренное прибором значение мощности в столбец 4 таблицы 7.8.2.

Таблица 7.8.2. Погрешность измерения уровня мощности анализатором спектра

частота, МГц	отсчет преобразователя мощности, дБм	нижний предел допускаемых значений, дБм	измеренное значение мощности, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4	5
10	– 20	– 23		– 17
	– 30	– 33		– 27
	– 40	– 43		– 37
	– 50	– 53		– 47
999	– 20	– 23		– 17
	– 30	– 33		– 27
	– 40	– 43		– 37
	– 50	– 53		– 47

7.8.2.5 Выполнить действия по пунктам 7.8.2.3 – 7.8.2.4, устанавливая последовательно на генераторе ВЧ значения уровня и частоты сигнала, указанные в таблице 7.8.2 таким образом, чтобы отсчеты преобразователя мощности были равны значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.8.2.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку; - результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.